

成田エクスプレスE259系 トレインビジョン用WiMAX車上装置

河岸平士郎*
松原茂正*
新谷嘉浩*

WiMAX Mobile Station for N'EX(E259) Visual Information Systems

Heishiro Kawagishi, Shigemasa Matsubara, Yoshihiro Shintani

要旨

三菱電機はこれまで列車向けのトレインビジョンを提供しており、無線LAN(Local Area Network)やミリ波を用いて、停車中のスポット通信によって、これらのコンテンツ転送を行っていた。しかし、停車中のスポット通信では、リアルタイムなコンテンツ提供が困難という課題があった。

2009年7月から、UQコミュニケーションズ(株)によって、課題であったリアルタイムなコンテンツ提供が可能な高速移動体ブロードバンド通信を提供する、モバイルWiMAX^(注1)(Worldwide Interoperability for Microwave Access)によるサービスが開始された。東日本旅客鉄道(株)はMVNO(Mobile Virtual Network Operator: 仮想移動体サービス事業者)としてこのサービスを展開している。

モバイルWiMAXによる通信サービスを利用することによって、2010年3月より、E259系新型成田エクスプレスで、リアルタイムなコンテンツ提供を用いたトレインビジョンサービスが開始された。

このサービス提供にあたり、当社は、地上-車上システム間通信を行う列車向けのWiMAX端末(以下“WiMAX車

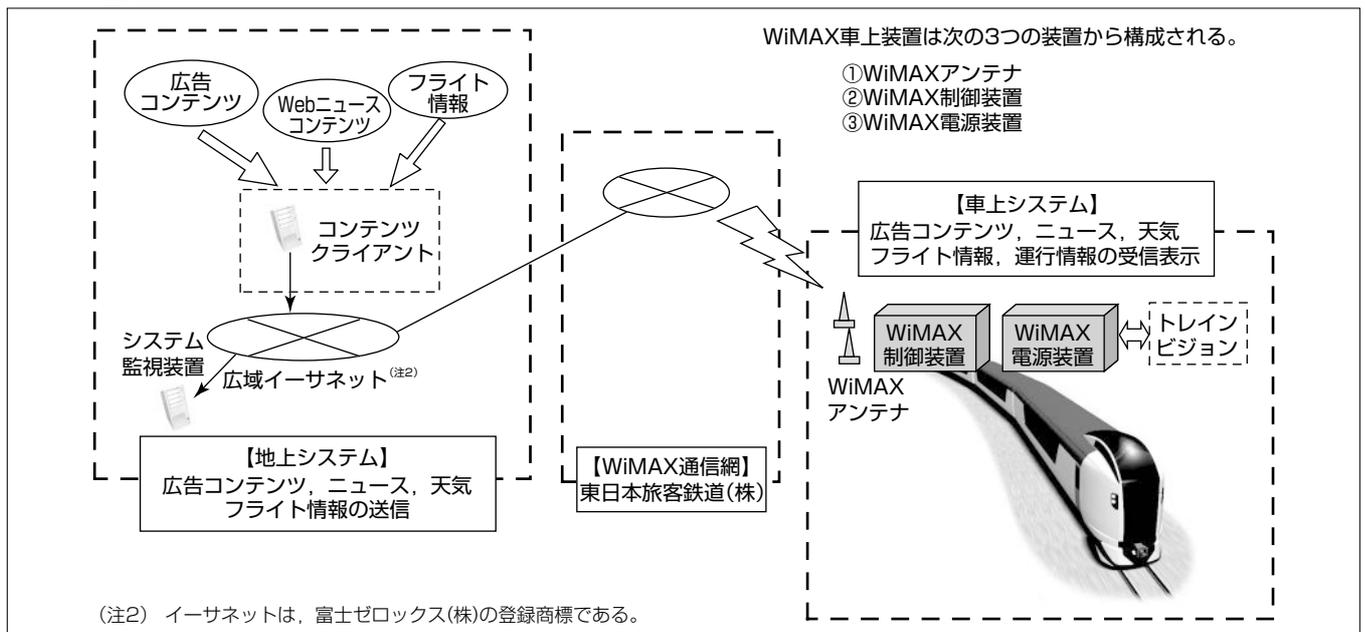
(注1) WiMAX, WiMAX Forumは、WiMAX Forumの登録商標である。

上装置”という。)を開発し、サービス提供に貢献している。

この装置の主な仕様と特長は次のとおりである。

- (1) IEEE802.16eに準拠した無線方式でUQコミュニケーションズ(株)のインフラ設備を使い、MVNOとして東日本旅客鉄道(株)が提供するモバイルWiMAXによる通信サービスを利用
- (2) 列車搭載に配慮した耐環境設計によって、安定したWiMAX接続環境を提供
- (3) トレインビジョンとのインタフェース親和性を考慮し、初期設定の簡素化を実現
- (4) 列車から走行情報を取得し、装置異常時に場所の特定を可能とし、ログ機能の強化を実現
- (5) アンテナは従来の列車無線の技術を用い、信頼性、列車取付け性を考慮した設計を実現

鉄道事業者にとっては、MVNOとしてUQコミュニケーションズ(株)が提供するインフラ設備の利用によって、地上側の無線基地局などの構築整備が不要であり、導入コストを抑制できる。さらに、定額サービスの利用によって、通信コストが低減できるメリットがある。



E259系新型成田エクスプレスのトレインビジョン用WiMAX車上装置

今回開発したWiMAX車上装置を使用したトレインビジョンシステム(液晶ディスプレイによる情報表示システム)の構成を示す。WiMAX車上装置は運転室内に設置され、WiMAX通信によって地上システムから、ニュース、天気、フライト情報、広告コンテンツを転送し、列車内に設置されたトレインビジョンに情報を伝達する通信ユニットである。

1. ま え が き

2009年7月より、UQコミュニケーションズ(株)でモバイルWiMAXによる通信サービスが開始された。東日本旅客鉄道(株)はMVNOとしてこのサービスを展開している。このサービスによって、在来線特急列車の高速移動環境でも、安定したブロードバンド通信が可能となり、これまで当社が提供している列車向けトレインビジョンのコンテンツデータを、よりリアルタイムに転送することを目的として、E259系新型成田エクスプレス向けにWiMAX車上装置を開発した。

WiMAX車上装置は、モバイルWiMAXによる通信サービスを用いて、地上システムと車上システムを接続する装置であり、WiMAXアンテナ、WiMAX制御装置、WiMAX電源装置から構成される。鉄道向けにはハードウェアの高信頼性、安定した通信を実現するための、信頼性の高いハンドオーバー技術などが求められる。

本稿では、この装置について述べる。

2. システム概要

2.1 システム構成

このWiMAX車上装置を使用したトレインビジョンシステムの構成を図1に示し、概要を次に述べる。

- (1) WiMAX車上装置は、屋根上に設置されるWiMAXアンテナ、運転席内に設置されるWiMAX制御装置、WiMAX電源装置の3つの装置から構成される。
- (2) WiMAX車上装置は東日本旅客鉄道(株)が提供するモバイルWiMAXによる通信サービスで車上システムと地上システム間を接続する。
- (3) 地上システムにはコンテンツ(ニュース、天気予報、広告コンテンツ、フライト情報)が蓄積されており、列

車上のトレインビジョンと通信し、コンテンツを受信し、客室内に設置された液晶ディスプレイ表示装置(図2)に表示する。

2.2 システムの特徴

モバイルWiMAXは、無線LANの高速大容量通信技術と携帯電話のモビリティ技術を組み合わせたものであり、無線伝送方式として、OFDMA(Orthogonal Frequency-Division Multiple Access)方式を用いている。他通信システムとの関係を図3に示す。

当社はこれまで列車向けトレインビジョンのコンテンツ転送手段として、無線LANやミリ波を用いた駅でのスポット通信を行っていた。

モバイルWiMAXによる通信を利用することによって、



図2. トレインビジョン

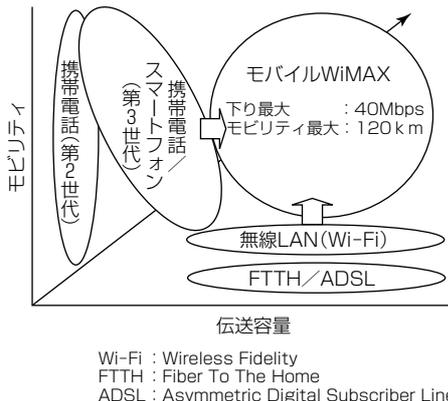


図3. モバイルWiMAXと他システムとの関係

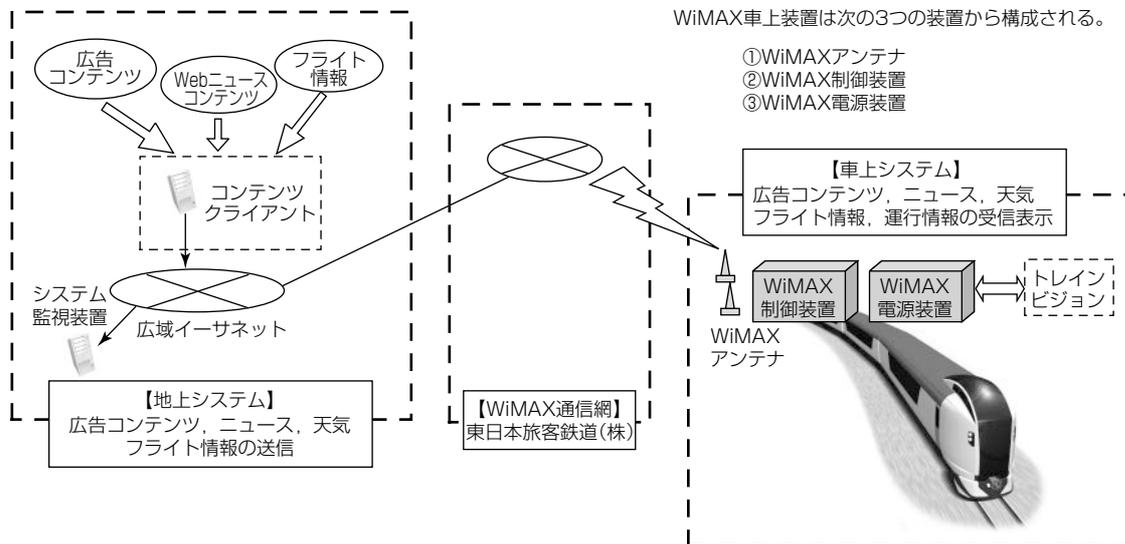


図1. システム構成

ブロードバンド通信を維持した上でモビリティが高まり、走行中のコンテンツ転送など、リアルタイムな情報提供が可能となる。また、公共インフラを利用することから、地上側基地局設備を鉄道事業者が自前で準備する必要がなく、低コストで導入が可能であり、定額料金契約を利用することで、通信コストも低減できるメリットがある。

3. WiMAX車上装置

3.1 装置の構成

WiMAX車上装置のブロック図を図4に示す。

3.1.1 WiMAXアンテナ

列車の屋根上に設置される無指向性アンテナであり、2本のアンテナでMIMO(Multiple Input Multiple Output)通信に対応する。外観を図5に示す。

3.1.2 WiMAX制御装置

装置の外観を図6に示す。

(1) WiMAX無線処理部

ベースバンドIC、無線ICなどをモジュール化し、WiMAX無線送受信端末として構成され、基地局と通信を行う。

(2) 制御部

CPU(Central Processing Unit)やメモリ等で構成され、有線-無線をルーティングするための主信号制御や監視制御機能を提供する。

(3) 有線処理部

トレインビジョンとのインタフェース機能として、IEEE802.3uに準拠した100BASE-TXでデータ送受信を行う。

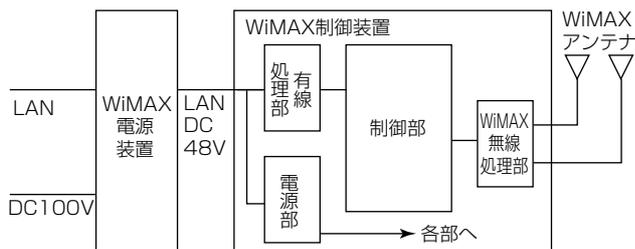


図4. WiMAX車上装置のブロック図



図5. WiMAXアンテナの外観

(4) 電源部

PoE(Power over Ethernet)給電によるDC48Vを、装置内の各部に必要な電源電圧に変換し、電源を供給する。

3.1.3 WiMAX電源装置

車両から供給されるDC100VをDC48Vに変換し、PoE給電でLANケーブルでWiMAX制御装置に電源を供給する。外観を図7に示す。

3.2 装置の主要諸元

装置の主要諸元を表1に示す。

3.3 装置の特徴

(1) 耐環境設計

列車搭載に配慮した耐環境設計(温度、振動など)を実施した。

①筐体(きょうたい)内機構構造を工夫し、放熱性の向上を図った。特にWiMAX通信モジュールについては、列車環境で問題ないように、発熱(電源及びパワーアンプ)部分を筐体へ放熱し、信頼性向上を図った。

②ねじ止め型のコネクタを使用し、振動対策を実施した。

③長寿命部品の採用、基板への耐湿処理を実施し、信頼性向上を図った。

(2) 有線インタフェース

有線インタフェースはIEEE802.3uに準拠した100BASE-



図6. WiMAX制御装置の外観



図7. WiMAX電源装置の外観

表1. 装置の主要諸元

項目	内容
規格	IEEE802.16e
周波数帯	2.595~2.625GHz
通信方式	OFDMA TDD
伝送速度	下り最大40Mbps 上り最大10Mbps
有線インタフェース	100BASE-TX 通信/保守用
保守インタフェース	RS-232C 保守専用
無線インタフェース	送信出力 +23dBm
アンテナ	無指向性 利得2dBi

TDD : Time Division Duplex

TXとなっており、無線インタフェースとはNAT(Network Address Translation)によるアドレス変換を実施している。したがって、100BASE-TX対応の機器であれば、トレインビジョンに限らず、容易にWiMAX網へ接続可能である。トレインビジョンの間では、通信開始時に独自プロトコルによる初期設定通信を行っており、車両編成ごとに初期設定の自動設定を行っている。装置取付け時、故障による装置交換時に初期設定の手間を省き、作業容易性を実現している。

(3) 運用／保守

保守ポートに接続したパソコンに、装置状態、WiMAX通信状態の詳細なログをリアルタイムに出力することが可能であり、試験時に不具合解析が容易である。また、列車から走行情報を取得し、装置に異常があった場合、時刻及び場所の情報もログに記録し、後のログ解析によって異常発生場所の特定が可能である。

(4) 列車無線アンテナ技術の利用

信頼性の確保、取付け性の容易化のために、アンテナレドーム及びベース筐体は、従来の当社列車無線のアンテナ技術を継承した。アンテナエレメントはWiMAX用に新規設計し、利得2 dBiの無指向性アンテナを開発した。

4. む す び

今回の列車(高速移動体)へのモバイルWiMAXによる通信の適用は、WiMAXのほぼ限界能力付近での活用であり、運用リスクがあったが、走行試験の結果、成田エクスプレスの全走行ルートで90%以上のエリアで地上-車上間通信が可能となり、下り平均1.6Mbps以上、上り平均0.7Mbps以上のスループット性能を得られることが確認できた。

今後はトレインビジョン用途に限らず、列車運行業務・顧客サービスの更なる向上を目指し、列車向けブロードバンド通信のアプリケーション展開を増やし、交通分野のIT化に貢献していく所存である。

最後に、この装置の開発にあたり多大なるご指導をいただいた東日本旅客鉄道(株)及びUQコミュニケーションズ(株)を始めとする関係各位に深く感謝の意を示す。

参 考 文 献

- (1) 庄納 崇 編著：WiMAX教科書,インプレス標準教科書シリーズ, 391 (2008)
- (2) ARIB STD-T94 OFDMA Broadband Mobile Wireless Access System (WiMAX applied in Japan) (2007)

